

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-012902
 (43)Date of publication of application : 15.01.2002

(51)Int.CI. B22F 7/00
 B22F 3/10
 B22F 7/04
 F16C 33/14
 F27B 9/06
 F27D 11/06

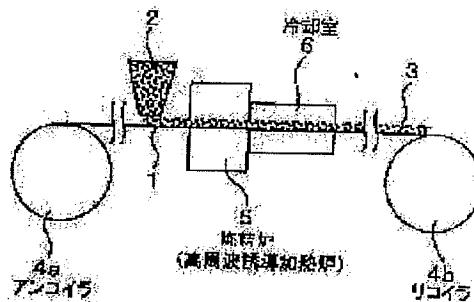
(21)Application number : 2000-025136 (71)Applicant : TAIHO KOGYO CO LTD
 (22)Date of filing : 02.02.2000 (72)Inventor : KAMIYA YASUNORI
 SATO HIDETOMO
 TSUZUKI TSUNEYA
 KOBAYASHI HIROAKI
 NAKANO YASUHISA

(54) HIGH-FREQUENCY SINTERING METHOD FOR BIMETAL-LIKE BEARING ALLOY, METHOD FOR MEASURING TEMPERATURE DURING HIGH-FREQUENCY SINTERING, AND SINTERING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-frequency sintering method for sintering a bearing alloy on a back metal, capable of shortening the length of a sintering furnace to a large extent and keeping the product quality of a sintered bearing equal to or more than that of a conventional one.

SOLUTION: This high-frequency sintering method includes the following four heating systems: (1) a preceding stage heating (heating to the temperature near the Curie point of steel) by a solenoid coil type induction heating section 8, and a subsequent stage heating (heating at a temperature higher than that of the preceding stage, by a transverse coil type induction heating section 9; (2) the preceding heating by the solenoid coil induction heating section 8, and the subsequent heating by the combination of the solenoid coil and transverse coil sections 8 and 9; (3) an integrated heating by the transverse coil section 9; and (4) an integrated heating by the combination of the solenoid coil and transverse coil sections 8 and 9.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-12902

(P2002-12902A)

(43)公開日 平成14年1月15日 (2002.1.15)

(51)Int.Cl.⁷

B 22 F 7/00
3/10
7/04
F 16 C 33/14
F 27 B 9/06

識別記号

F I

B 22 F 7/00
3/10
7/04
F 16 C 33/14
F 27 B 9/06

テ-マコ-ト^{*}(参考)

E 4 K 0 1 8
J 4 K 0 5 0
G 4 K 0 6 3
A
E

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L. (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-25136(P2000-25136)

(71)出願人 000207791

大豊工業株式会社

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地

(22)出願日

平成12年2月2日(2000.2.2)

(72)発明者 神谷 保徳

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

(72)発明者 佐藤 英知

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

(74)代理人 100077528

弁理士 村井 卓雄

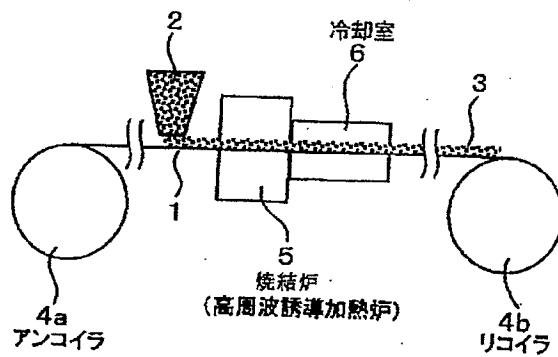
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バイメタル状軸受合金の高周波焼結方法、高周波焼結中の測温方法及び焼結装置

(57)【要約】

【課題】 軸受合金を裏金上に焼結する、焼結炉の長さを大幅に短縮しあつ製品品質は従来の焼結軸受と同等以上に保つ高周波焼結方法を提供する。

【解決手段】 (1) ソレノイドコイル式誘導加熱8による前段(鋼のキュリ一点近傍までの温度、以下同じ)加熱、トランスバースコイル式誘導加熱9による後段(前段より高い温度、以下同じ)加熱、(2) ソレノイドコイル式誘導加熱8による前段加熱、トランスバースコイル9とソレノイドコイル8併用後段加熱、(3) トランスバースコイル式誘導加熱8による前段・後段の一貫加熱、(4) トランスバースコイル8とソレノイドコイル9を併用した前段・後段の一貫加熱の四方式の高周波焼結方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造する方法において、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、前記軸受合金粉末及び前記裏金を、還元性もしくは不活性雰囲気中で、裏金の鋼のキュリ一点近傍まではソレノイドコイル式高周波誘導加熱により加熱し、続いて、還元性もしくは不活性雰囲気中でトランスバースコイル式高周波誘導加熱により焼結温度まで加熱を行うこと特徴とするバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項2】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造するに際して、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、前記軸受合金粉末及び前記裏金を、還元性もしくは不活性雰囲気中で、ソレノイドコイルを用いて高周波誘導加熱により該裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱し、続いて、還元性もしくは不活性雰囲気中で、焼結温度までソレノイドコイル式高周波誘導加熱とトランスバースコイル式高周波誘導加熱を併用して焼結温度まで加熱することを特徴とするバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項3】 前記併用加熱におけるトランスバースコイルは裏金の両側縁を加熱することを特徴とする請求項2記載のバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項4】 前記併用加熱におけるトランスバースコイルとソレノイドコイルが裏金の長さ方向に交互に配置されていることを特徴とする請求項3記載のバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項5】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造するに際して、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、前記軸受合金粉末及び前記裏金を、還元性もしくは不活性雰囲気中で、前記裏金の鋼のキュリ一点近傍までをトランスバースコイル式高周波誘導加熱による加熱を行い、続いて還元性もしくは不活性雰囲気中で焼結温度までトランスバースコイル式高周波誘導加熱による加熱を行うことを特徴とするバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項6】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造するに際して、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、前記軸受合金粉末及び前記裏金を、還元性もしくは不活性雰囲気中で、前記裏金の鋼のキュリ一点近傍までをソレノイドコイル式高周波誘導加熱とトランスバースコイル式高周波誘導加熱を併用して加熱を行い、続いて還元性もしくは不活性雰囲気中で焼結温度までソレノイドコイル式高周波誘導加熱とトランスバースコイル式高周波誘導加熱を併用して加熱を行うことを特徴とするバイメタル状軸受

50 合金の高周波焼結方法。

【請求項7】 前記ソレノイドコイル式高周波誘導加熱の周波数が100~400kHzである請求項1, 2, 3, 4又は6項記載のバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項8】 前記トランスバースコイル式高周波誘導加熱の周波数が1~10kHzである請求項1から7までの何れか1項記載のバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

10 【請求項9】 加熱時間が0.5~5分である請求項1から8までの何れか1項記載のバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項10】 前記還元性もしくは不活性雰囲気外で高周波誘導電流を発生させることを特徴とする請求項1から9までの何れか1項記載のバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法。

【請求項11】 裏金鋼板と軸受合金焼結層を含んでなるバイメタル状軸受合金の高周波焼結に際して測温する方法において、前記バイメタルから放射される放射光を放射温度計で受光し測温を行うことを特徴とする高周波焼結中のバイメタル状軸受合金の測温方法。

【請求項12】 前記高周波焼結が請求項1から10までの何れか1項記載の方法で行われるバイメタル状軸受合金の測温方法。

【請求項13】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を積層する手段と、該軸受合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱を行うソレノイドコイル式高周波誘導加熱手段と、裏金の鋼のキュリ一点近傍より焼結温度までの加熱を行うトランスバースコイル式高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置。

【請求項14】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を積層する手段と、該軸受合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、該裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱を行うソレノイドコイル式高周波誘導加熱手段と、該裏金の鋼のキュリ一点近傍より焼結温度まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置。

【請求項15】 前記トランスバースコイルは裏金の両側縁に配置されていることを特徴とする請求項14記載の焼結装置。

【請求項16】 前記併用加熱におけるトランスバースコイルとソレノイドコイルは裏金の搬送方向に交互に配

置かれていることを特徴とする請求項14又は15記載の焼結装置。

【請求項17】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を積層する手段と、該軸受合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、該裏金の鋼のキュリー点近傍まで加熱を行うトランスバースコイル式高周波誘導加熱手段と、該裏金の鋼のキュリー点近傍より焼結温度まで加熱を行うトランスバースコイル式高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置。

【請求項18】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を積層する手段と、該軸受合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、該裏金の鋼のキュリー点近傍まで加熱を行うトランスバースコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段と、該裏金の鋼のキュリー点近傍より焼結温度まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置。

【請求項19】 前記軸受合金該軸受合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段が、前記裏金と前記高周波誘導加熱手段の中間の位置で該裏金を取り囲む電気非伝導性、非磁性及び気密性を有する保護管と、この保護管内に不活性ガスまたは還元性ガスを流すガス源とからなることを特徴とする請求項13から18までの何れか1項記載の焼結装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、バイメタル状軸受合金の高周波焼結方法に関するものであり、さらに詳しく述べるならばすべり軸受用軸受合金バイメタルの焼結による製造方法、ならびに焼結装置に関するものである。さらに、本発明は焼結中の軸受合金の温度測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状焼結軸受合金の最も一般的な製造方法は焼結の全体を電気抵抗加熱炉で行う方法である。この方法では焼結ライン全体の長さは、焼結温度などの条件により異なるが数十m以上に達する。ところで、銅合金焼結層の組成を有する粉末を裏金に積層し、銅合金粉末及び裏金をソレノイドコイルにより高周波誘導加熱して裏金の鋼のキュリー点近傍まで還元性雰囲気中で予備加熱し、続いで焼結温度までの昇温を電気抵抗炉の還元性雰囲気中で行い銅合金焼結層としつつこの層を前記裏金に接合する

ことによる焼結方法は特公平7-26125号公報にて公知である。この方法では高周波誘導加熱による急速昇温によって焼結ライン全体の長さが短くなり、生産能率が上昇することが期待されると述べられている。なお、この方法では電気炉における焼結時間は3~12分を必要としている。同様の方法は特表平1-503150号でも提案されており、銅合金の二次相である鉛相が微細になる効果が謳われている。また、板厚が0.075インチの裏金を使用した焼結例では電気炉における焼結時間は5.1分である。なお、焼結中の軸受合金の温度は従来は一般的には熱電対を焼結炉内に装入して測定していたが、高周波焼結中の適当な測温方法については未検討である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来の銅合金高周波焼結方法は、鋼のキュリー点近傍までは高周波誘導加熱による急速予熱を行うが、1023K(750°C)~1273K(1000°C)での銅合金の焼結は電気抵抗加熱などの高周波誘導加熱以外の方法で行う方法であるために、前掲公開公報の第1図に示されているように電気抵抗加熱炉が高周波加熱炉より炉長が長く、設備面からは焼結ラインの短縮が不十分であった。また、すべり軸受用銅合金の焼結は一般に1023K(750°C)~1223K(950°C)の温度範囲で、水素、窒素などの還元性雰囲気中で行われる。この結果銅合金粒子相互が結合するとともに銅合金は裏金とも接着される。このような焼結雰囲気内で通板されている裏金及び銅合金粉末

(以下「ワーク」と総称する)に高周波電流を誘導することが銅合金焼結のためには重要であるが、焼結方法の

面からは、従来法は生産能率が不十分である。このことに加えて、焼結をできるだけ短時間で完了させることにより、銅合金の鉛粒子の粗大化等を阻止することが望ましいが、この面でも従来法の成果は十分ではなかった。焼結法において通常測温に使用されている熱電対はワーク付近の雰囲気温度を測定することになるが、高周波加熱では雰囲気温度を測定してもワークの温度を正確に把握できない。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上述の背景からなされたものであり、バイメタル状すべり軸受合金の高周波誘導加熱の方式として、大別して、(1)ソレノイドコイル式誘導加熱による前段(鋼のキュリー点近傍までの温度、以下同じ)加熱、トランスバースコイル式誘導加熱による後段(前段より高い温度、以下同じ)加熱、(2)ソレノイドコイル式誘導加熱による前段加熱、トランスバースコイルとソレノイドコイル併用後段加熱、(3)トランスバースコイル式誘導加熱による前段・後段の一貫加熱、(4)トランスバースコイルとソレノイドコイルを併用した前段・後段の一貫加熱の四方式を提供する。また、(2)の方式の実施態様としてト

ransparesコイルによる加熱は裏金の両側縁に限定する方式も提供する。

【0005】即ち、第1の方式によるバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法は、少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造する方法において、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、前記裏金及びこの上に積層された軸受合金粉末を、還元性もしくは不活性雰囲気中で、裏金の鋼のキュリ一点近傍まではソレノイドコイル式高周波誘導加熱により加熱し、続いてトランスバースコイル式高周波誘導加熱により焼結温度まで加熱を行うことを特徴とし（以下

「第1発明方法」と言う）、第2の方式によるバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法は、少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造するに際して、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、前記軸受合金粉末及び前記裏金を還元性もしくは不活性雰囲気中で、ソレノイドコイル式高周波誘導加熱により該裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱し、続いて還元性もしくは不活性雰囲気中で、焼結温度までソレノイドコイル式高周波誘導加熱と、例えば裏金両側縁のためのトランスバースコイル式高周波誘導加熱を併用することを特徴とし（以下「第2発明方法」と言う）、第3の方式によるバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法は、少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造するに際して、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、還元性もしくは不活性雰囲気中で、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで及びさらに焼結温度までをトランスバースコイル式高周波誘導加熱による加熱を行うことを特徴とし（以下「第3発明方法」と言う）、第4の方式によるバイメタル状軸受合金の高周波焼結方法は、少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された軸受合金焼結層とを含んでなるバイメタル状軸受合金を製造するに際して、前記軸受合金焼結層の組成を有する粉末を前記裏金に積層し、前記軸受合金粉末及び前記裏金を、還元性もしくは不活性雰囲気中で、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで及びさらに焼結温度まで、ソレノイドコイル式高周波誘導加熱とトランスバースコイル式高周波誘導加熱を併用して加熱することを特徴とする（以下「第4発明方法」と言う）。以下本発明を詳しく説明する。

【0006】先ず、本第1～第4発明方法に共通する事項を説明する。本発明により焼結される軸受合金は、銅合金として、青銅、鉛青銅、りん青銅などの各種銅合金、その他鉄、ステンレス等である。銅合金には本出願人が特開平9-125176号公報で提案したようなすべり軸受用Cu-Ag系合金なども含まれる。特に、すべり軸受用として一般的に使用されている7～33質

量%のPbを含有する銅合金に本発明法を好ましく適用することができる。なお、本発明の銅合金に、耐摩耗性を向上させるために炭化物、窒化物、酸化物、りん化物、ほう化物、金属間化合物、硬質合金などの硬質物や、潤滑性を高めるための黒鉛、MoS₂などを分散させることもあるが、この場合はこれらの粉末も銅合金粉末に混合する。以下主として銅合金に例を取って本発明を説明する。

【0007】次に、本発明において裏金は焼結合金の支持体である他に高周波誘導加熱されて銅合金への熱伝達媒体になるものである。この裏金の厚さは0.3～6mmの範囲のものを使用することが好ましい。ここで、厚さが0.3mm未満では構造部品としての強度が低くなり、一方6mmを超えると高周波誘導加熱による裏金の昇温が不十分になり、その結果焼結も不十分になるのでこの上限以下が好ましい。また裏金の幅は銅合金の用途により決められる。裏金鋼板は通常低炭素鋼の冷間圧延鋼板であるが、必要により粗面化処理、酸洗、アルカリ脱脂、スキンパス圧下、Niめっき、異種材料とのクラッドによる複合化などの処理を施したり、微量元素添加による高強度化などを行ってもよい。裏金の長さは特に制限がないが、すべり軸受の分野で一般に使用される長尺材を使用して、焼結後必要長さに切断することが好ましい。

【0008】本発明においては、裏金上に銅合金の組成を有する粉末の層を作ることによりワークを調製する。この方法としては、従来から行われているように粉末をホッパーから落下させる散布法によることができる。銅合金の組成を有する粉末とは、粉末粒子自体が銅合金の組成をもつもの、Cu-Pb合金においてPbリッチ粉末とPbプア粉末の混合粉末、その他種々の粉末である。

【0009】次に、トランスバース式高周波誘導加熱(transverse flux heating)について説明する。従来技術で採用されていたソレノイドコイル式高周波誘導加熱では、板状ワークを囲むソレノイドコイルの軸と板面は平行になる。これとは異なるトランスバースコイル式高周波誘導加熱では、図1に示すように、高周波誘導コイルは板状ワークを取り囲まず、何れかの板面に面するよう配置される。トランスバース式高周波誘導加熱コイルに関する従来技術としては、米国特許第4751360号、このコイル形状の改良を提案する米国特許第5403994号、板の縁も均一に加熱する方法を提案する米国特許第5739506号、連続走行するストリップの縁に遮蔽手段を設けてストリップの均一加熱を意図する米国特許第2448012号などがあるが、鋼スラブのような厚い材料を均一に加熱することを意図しており、バイメタル状銅合金の加熱焼結には言及していない。このように、従来トランスバースコイル式高周波誘導加熱法は鉄鋼のスラブ、ストリップなどの比較的厚い材料を

厚さ及び幅に關し均一加熱するために主として用いられていたが、本発明者らはトランスバース式高周波誘導加熱は、10mm以下の板厚の薄板に対してはキュリーポイント以上の昇温速度が低くならないことに着目して本発明を完成了。

【0010】 続いて、裏金の鋼のキュリーポイント近傍まではソレノイドコイル式高周波誘導加熱により加熱し、続いてトランスバース式高周波誘導加熱により焼結温度まで加熱を行う第1発明方法を説明する。ワークを搬送しながら裏金の鋼のキュリーポイント近傍までの高周波誘導予備加熱を行うことによって、銅合金粉末には裏金からの熱伝導及び輻射による熱を与えて焼結温度近傍まで急速昇温する。この予備加熱法を順次説明すると、まずキュリーポイント近傍の温度とは裏金の表面温度であり、銅合金粉末の平均温度より若干高くなる。次に、加熱温度はキュリーポイントと実質的一致することが最も好ましいが、多少の高低があつても支障はない。尤も、裏金の温度がキュリーポイントを超えると昇温速度が激減するので、キュリーポイントを著しく超えることは稀である。次に、加熱温度がキュリーポイントと一致したことは、後述の温度測定法により検出できる。ソレノイドコイルが発生する高周波の周波数は10～400kHzである。高周波誘導コイルの巻数はワークの移動速度、裏金の板厚などを考慮して決めるものとする。予備加熱は室温から行うことが好ましいが、裏金が前段の処理により常温以上に加熱されている場合は、その温度から予備加熱を行っても全く差し支えない。最後に、加熱中の雰囲気は銅合金の酸化が起こる423K(150°C)以上、もしくはそれより低温で還元性もしくは不活性ガスと接触させて行うことが一般には必要である。

【0011】 続いて、トランスバースコイルによる後段の加熱を典型的には、裏金の温度で1023K(750°C)～1273K(1000°C)までの温度範囲で行う。この後段加熱では裏金が焼結温度まで急速にかつ均一に加熱され、好ましくは20K以下、より好ましくは5K以下の裏金の幅方向温度分布が達成される。これに對して、ソレノイドコイルによる後段加熱を行うと、最適条件でも、昇温速度は本発明法の1/5以下であり、

温度分布は最大200Kである。トランスバース式高周波誘導加熱の周波数は3～10kHzであることが好ましい。なお、キュリーポイントから焼結温度までの昇温時間は、中型乗用者用一般的なすべり軸受で1分以内、最も一般的には約40秒である。昇温後の焼結温度での保持時間は一般にゼロ以上3分の範囲である。ここで、保持時間ゼロとは焼結温度に裏金が達した瞬間に冷却を開始することである。本発明において焼結温度とは焼結に適する温度範囲内の温度であり、焼結温度への保持とは一定温度への保持を意味していない。したがつて、焼結温度範囲が1163K(890°C)～1253K(980°C)

10

であると、1223K(950°C)まで昇温を続け、1223K(950°C)より直ちに冷却する方法の採用が可能である。

10

【0012】 本発明においては、次の(イ)、(ロ)及び(ハ)の現象が起こる。(イ) キュリーポイントまでを高周波誘導加熱し、キュリーポイント以上の温度域で電気抵抗加熱などを行う方法と本発明方法を対比すると、本発明は裏金を直接加熱することにより、焼結合金層には裏金から熱伝導され、裏金と合金層の接触面から焼結が進行するに、良好な接着強度が得られる。(ロ) 同様な比較において、銅合金粉末の未焼結上部は下部より低温であるためポーラスな状態を保っているから、還元ガスと十分に接触でき、この結果焼結組織が良好になりかつ焼結強度も高くなる。(ハ) 同様な比較において、ワークの焼結温度における滞留時間が短いために、銅合金組織が微細かつ均一である。

20

【0013】 前段及び後段の加熱において、銅合金の酸化が起こる温度以上では銅合金粉末を還元性もしくは不活性ガスと接触させて行うことが一般には必要である。

20

この温度は一般には423K(150°C)以上である。これらガスと接触させる方法としては、いかなる方法でも良いが、石英などの非磁性・非導電性保護雰囲気管を使用し、この外側に高周波誘導コイルを配置する方法を採用することが好ましい。

30

【0014】 さらに、続いてソレノイドコイル式高周波誘導加熱により裏金の鋼のキュリーポイント近傍まで加熱し、続いて焼結温度までソレノイドコイル式高周波誘導加熱と、例えば前記裏金両側縁のためのトランスバースコイル式高周波誘導加熱を併用する第2発明方法につき説明する。段落0011で記述したようにソレノイドコイル

30

方式には問題があるが、トランスバースコイルと併用することにより弊害を目立たなくすることができる。特にソレノイドコイルによる裏金の両側縁での急峻な温度降下は両側縁を加熱するトランスバースコイル方式を使用することにより補償することができる。併用の方法としては、時系列の面からは(イ)ソレノイドコイル方式とトランスバースコイル方式による誘導加熱を同時に行う；(ロ)ソレノイドコイル方式とトランスバースコイル方式による誘導加熱を逐次行う方式があり、またト

40

ransバースコイル方式による加熱領域としては裏金の(a)板幅全体を加熱する、(b)板幅の両側縁を加熱する方式があり、これら(イ)、(ロ)、(a)及び

40

(b)適宜を組み合わせることができる。また、同一ラインにおいて例えば(イ)+(b)の装置1基以上と(ロ)+(b)の装置1基以上とを交互に配列してもよ

40

い。第2発明方法では昇温速度は第1発明方法より若干低くなるが、温度分布は遜色ない結果を実現できる。なお、なお、キュリーポイントから焼結温度までの昇温時間は、中型乗用者用一般的なすべり軸受で2分以内、最も一般的には約60秒である。本段落0014での説明事項と

矛盾しない第1発明方法の説明事項は本段落に引用したこととして、繰り返しを避けることにしたい。特に、段落0012で説明した焼結合金の組織及び材料性能は第1発明方法のものと同じである。

【0015】引き続いて、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで及びさらに焼結温度までを、トランスバースコイルにより一貫して高周波誘導加熱する第3の発明方法を説明する。裏金の鋼のキュリ一点未満では、最適条件で作動されるトランスバースコイル式高周波誘導加熱の昇温速度は同様に最適条件で作動されるソレノイドコイル式高周波誘導加熱より低く、温度分布はほぼ同じにできる。本段落0015での説明事項と矛盾しない第1発明の説明事項は本段落に引用したこととして、繰り返しを避けることにしたい。特に、段落0012で説明した焼結合金の組織及び材料性能は第1発明のものと同じである。

【0016】最後に、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで及びさらに焼結温度までを、ソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用して高周波誘導加熱する第4の発明につき説明する。この発明において、後段の加熱は第2発明と同じであり、前段の加熱がソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用して高周波誘導加熱するところが上述した各発明と異なっている。併用の方式は第2発明方法の説明を引用することとする。前段の加熱では、昇温速度は第1発明より低く、第2発明方法より高い。本段落0016での説明事項と矛盾しない第1発明、第2発明の説明事項は本段落に引用したこととして、繰り返しを避けることにしたい。特に、段落0012で説明した焼結合金の組織及び材料性能は第1発明方法のものと同じである。

【0017】ワークをすべり軸受として使用するには、冷間圧縮を行って焼結層を緻密化した後に再焼結を行う。再焼結法は、本発明の第1～第4のいずれかの方法、通常は1回目の焼結と同じ方法を採用することが好ましい。

【0018】本発明に係る焼結装置は、それぞれ第1から第4発明方法に対応し、少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された銅合金焼結層とを含んでなるバイメタル状銅合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記銅合金焼結層の組成を有する粉末を散布する手段と、該銅合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱を行うソレノイドコイル式高周波誘導加熱手段と、裏金の鋼のキュリ一点近傍より焼結温度までの加熱を行うトランスバースコイル式高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置（以下、「第1発明装置」と言う）、少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された銅合金焼結層とを含んでなるバイメタル状銅合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記銅合金焼結層の組成を有する粉末を散布する手段と、該銅合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段と、該裏金の鋼のキュリ一点近傍より焼結温度まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置（以下、「第2発明装置」と言う）、及び少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された銅合金焼結層とを含んでなるバイメタル状銅合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記銅合金焼結層の組成を有する粉末を散布する手段と、該銅合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段と、該裏金の鋼のキュリ一点近傍より焼結温度まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置（以下、「第3発明装置」と言う）、及び少なくとも実質的に鋼からなる裏金と該裏金に接合された銅合金焼結層とを含んでなるバイメタル状銅合金を製造する焼結装置において、裏金を搬送する手段と、前記裏金に前記銅合金焼結層の組成を有する粉末を散布する手段と、該銅合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段と、裏金の鋼のキュリ一点近傍まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段と、該裏金の鋼のキュリ一点近傍より焼結温度まで加熱を行うソレノイドコイルとトランスバースコイルを併用した高周波誘導加熱手段とを含んでなる焼結装置（以下、「第4発明装置」と言う）に関するものである。前記銅合金該銅合金粉末を不活性ガスまたは還元性ガスと接触させる手段としては、裏金と高周波誘導加熱手段の中間の位置で裏金を取り囲む電気非伝導性、非磁性及び気密性を有する保護管と、この保護管内に不活性ガス又は還元性ガスを流すガス源とからなるものを使用することが好ましい。

【0019】以下、本発明に係る焼結装置を図面を引用して説明する。図2の概念図に示すように、本発明に係る焼結装置は、銅合金粉末3を裏金1に積層するためのホッパー2など、焼結炉5、即ち高周波誘導加熱炉、及び裏金1を長さ方向に搬送するために裏金コイルを巻き戻すアンコイラ4a及び巻き取るリコイラ4bを含んでなる。なお、リコイラ4bを駆動するモーター、減速機などは図示を省略しており、また、コイル状ではなく切り板状裏金を搬送する場合は、（アン）コイラに代えて通板ローラーやメッシュベルトなどを使用することができる。図示されない駆動手段で回転されるリコイラ4bは裏金1を、1～10m／分、より具体的には板厚が1mmでは約6m／分、板厚が6mmでは1.5m／分の速度で焼結炉5内を通板する。勿論、この値は好ましい一例であり、裏金板厚が厚く、高周波電力が低く、高周波周波数が高いほど、通板速度を遅くすればよい。さらに、図示のように、焼結炉5の直後に、ガス冷却及び／

又はロール冷却等を行う冷却室6を設けて、ワークを速やかに次工程の温度まで冷却することが好ましい。なお、後述する焼結雰囲気設定手段により焼結炉内部の銅合金粉末は水素ガスなどと接触せしめられている。このような本発明によると、すべり軸受用銅合金の焼結炉5の長さ従来の1/2以下である。

【0020】本発明の第1装置を具体化した焼結炉を概念的に示す図3において、耐火断熱材からなる炉体の内側に設けられた1基以上のソレノイドコイル式高周波誘導加熱部8 a, 8 b, 8 c (以下「ソレノイドコイル」と略す) は裏金をその鋼のキュリ一点近傍に加熱する。ソレノイドコイル8 a, 8 b, 8 cは裏金の板面方向に高周波磁界を発生させる公知の加熱手段であって、ワーク7を取り囲む任意の形状をもつ。ソレノイドコイル8 a, 8 b, 8 cは図示のように1段以上設けて、高周波発振機に接続してもよく、あるいは1段のみ設けてよい。ソレノイドコイル8 a, 8 b, 8 cとワーク7の間隔は、40mm以下、特に10~30mm以下であって、後述する保護管とコイル8 a, 8 b, 8 cが接触しない範囲で小さいほど好ましい。

【0021】ソレノイドコイル8 a, 8 b, 8 cに続いてトランスバースコイル式高周波誘導加熱部9 a, 9 b, 9 c (以下「トランスバースコイル」と言う) が設けられる。トランスバースコイル9 a, 9 b, 9 cはワーク7を挟んで対向させている。このようなトランスバースコイル自体は、特公平7-7704号公報、特許第2875489号公報、米国特許第4751360号公報、第5403994号、第5739506号公報等で公知である。トランスバースコイル9 a, 9 b, 9 cは図示のように2段以上に設けて、高周波発振機に接続してもよく、あるいは1段のみ設けてよい。トランスバースコイル9 a, 9 b, 9 cとワーク7の間隔は、40mm以下、特に10~30mm以下であって、後述する保護管とコイル9 a, 9 b, 9 cが接触しない範囲で小さいほど好ましい。

【0022】図3においては、各段のコイル8 a, 8 b, 8 c, 9 a, 9 b, 9 cの中間及びコイル9 cの後に放射温度計12 a, b, c, d, e, fを配置して、極めて急速に昇温されるワーク7の温度が所定目標範囲内にあることを検知するようにしている。即ち、例えば放射温度計12 bで検出される温度がキュリー温度より著しく低いと、トランスバースコイル9 a, 9 bでの昇温が不充分になるおそれがある。また本方法の特長である急速昇温では放射温度計12 dで検出される温度が所定焼結温度より遙かに高くなるか、あるいは通板速度が速い場合は十分に昇温しないおそれがあるので、図示のように多段の測温を行うことが好ましい。

【0023】焼結雰囲気の設定は、炉内全体が所定雰囲気、例えば水素・窒素混合雰囲気とされた炉内に高周波誘導コイルを配置する方法でも可能であるが、炉の内容

積が大きくなる問題がある一方で高周波誘導コイルとワークの間隔を狭くできるから電流効率が高いと言う利点もある。本発明者らは、段落0012の(口)特長を十分に發揮させるためには、焼結雰囲気は炉内全体でなくワークの極近傍の空間領域に限定して作り出し、高周波誘導コイルはこの空間領域外に配置することが有益であるとの着想の下に実験を行ったところ、意外にも、高周波誘導コイルとワークの間隔増大に伴う問題は実際に無視できる程度であることが分かった。そこで、図4, 5を参照して本発明に係る焼結雰囲気の設定方法を説明すると、ソレノイドコイル8の内側に、石英ガラス、セラミックスなどの断熱性、非電導性、非磁性、気密性などの性質を兼備した雰囲気密封用保護管22を配置し、その内部にてワーク7を搬送可能にし、保護管22内には水素・窒素混合ガス、アルゴン・窒素混合ガスなどを、図示されないガス源から、弁、流量計などを介して炉の出口側から流すと、銅合金粉末3はこれらガスと接触しつつ高周波誘導加熱される。保護管22の内径は、高周波電流到達距離に依存する加熱効率や、通板中に波打ち拳動を示すワーク7との接触危険回避などの両面から、20~50mmであることが好ましい。図4, 5ではソレノイドコイル8を示すが、トランスバースコイルにも同様に保護管を設けることができる。なお、図示のような焼結雰囲気設定方法では、加熱炉内全体を雰囲気ガスとする従来法と比較して、保護管22の密封性が優れているために空気などの混入がなく雰囲気の還元性・非酸化性が良好に維持されることが、段落0012の(口)特長を十分に發揮させることに寄与していると推定される。

【0024】本発明の第2装置を具体化した実施例を図6に示す。図6において、ソレノイドコイル8 a, 8 bは裏金をキュリ一点近傍まで加熱し、それ以上の高温はソレノイドコイル8 c, 8 d, 8 e, 8 fと側縁加熱用トランスバースコイル14 a, 14 bの併用方式で加熱を行う。ワーク7の両側縁は中央部に比べて温度降下が起こり易いので、側縁部加熱用トランスバースコイル14 a, 14 bを図6に示すように配置している。

【0025】本発明者は、測温方法を種々試行し、(a) ワークからの放射光は物理的には見かけの温度を示すが、これを実際の温度に補正するためには放射率もしくは放射率比を使用することができる；(b) 放射光の測定は時間ずれがなく、通板中のワークの波長を直ちに検知できる；(c) 放射光センサは、ワークと非接触方式であり、高周波誘導の影響を受けないなどの事実に着目し、図7に示す測温方法を考案した。即ち、焼結炉体、コイルの図示を省略した図7において、12が放射温度計であり、例えばCHINO社製の放射温度計(商品名IRC)を使用することができる。放射温度計はワーク7の表面部を測定するもの12 a、裏面の端部を測定するもの12 b, 12 d、及び裏面の中央部を測定す

るもの12cの合計4基を設けている。ワーク裏面測定放射温度計12b, 12dは裏金の温度を直接測定することができ、ワーク表面測定放射温度計12aは粉末の温度を耐熱ガラス15aを介して測定することができる。放射温度計12b, c, dは耐熱ガラス15dを介してワーク7からの放射光を受光する。なお、本発明に係る測温方法は従来の高周波焼結法にも適用でき、また図11の態様ではなく放射温度計をワークの幅方向に走査するようにしてもよい。

【0026】以上、主に第1, 2発明装置の実施態様を図面を参照して説明したが、これらを修正し、また組み合わせて第3, 4発明装置の実施態様を構成することは容易であろう。

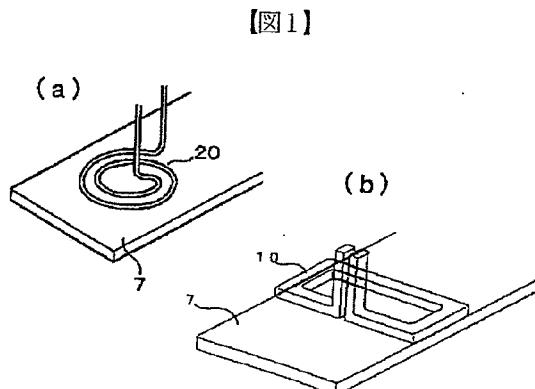
【0027】

【実験例】上記した条件範囲(但し、ソレノイドコイルによる最終加熱温度=1013K(740°C), トランスバースコイルによる最終焼結温度=1223K(950°C), 焼結炉長さ=約3m、裏金板厚=0.7mm、通板速度=6m/分、焼結雰囲気-N₂-H₂混合ガス、焼結層厚さ=0.3μmにてリン青銅を第1の発明方法で焼結したところ、0.75分で全焼結工程が終了した。なお、焼結層の裏金との密着強度は良好であった。

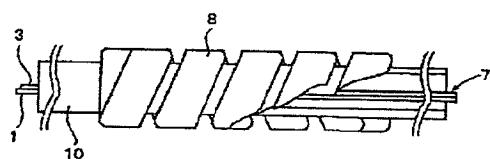
【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る高周波誘導加熱によるバイメタル状銅合金の焼結法及び装置は工業的に優れた利点を有するので、特に内燃機関用すべり軸受製造設備を新設する際には本発明を採用することが極めて望ましい。

【図面の簡単な説明】



【図5】



【図1】 トランスバース式高周波誘導加熱の原理説明図である。

【図2】 本発明に係る焼結装置の概念図である。

【図3】 本発明の第1方法及び第1装置を具体化した焼結炉を示す概念図である。

【図4】 本発明において還元性もしくは不活性焼結雰囲気を設定する方法を説明する焼結炉のソレノイドコイル加熱部の横断面図である。

【図5】 図2のソレノイドコイル式高周波誘導加熱部分におけるコイルの配列例を示す平面図である。

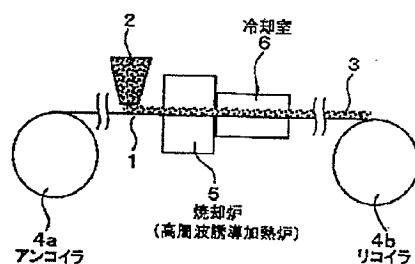
【図6】 本発明の第2方法及び第2装置を具体化した高周波誘導コイルの配列例を示すである。

【図7】 ワークの温度を測定する方法の一例を示す説明図である。

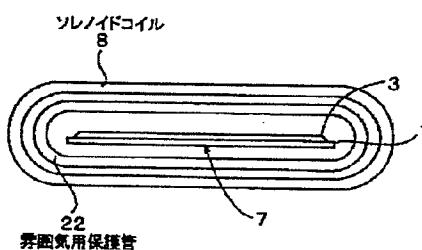
【符号の説明】

- 1 裏金
- 2 ホッパー
- 3 銅合金粉末
- 4 a アンコイラ
- 4 b リコイラー
- 5 焼結炉(高周波誘導加熱炉)
- 6 冷却室
- 7 ワーク
- 8 ソレノイドコイル式高周波誘導加熱部
- 9 トランスバースコイル式高周波誘導加熱部
- 10 トランスバースコイル
- 12 放射温度計
- 14 周縁部加熱用トランスバースコイル式高周波誘導加熱部

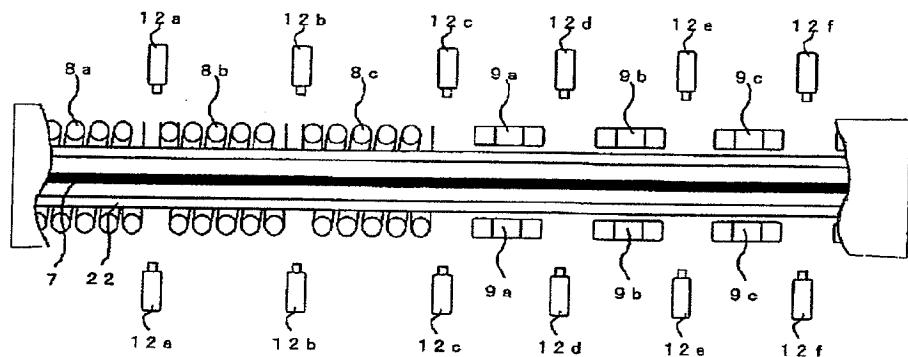
【図2】



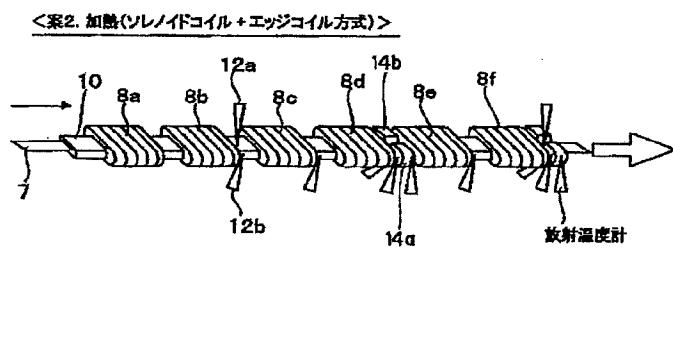
【図4】



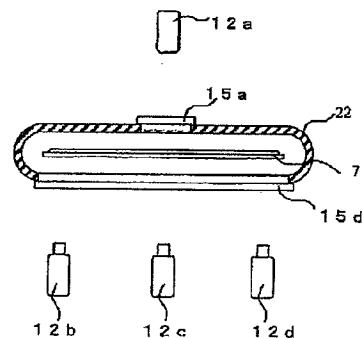
【図3】



【図6】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成12年6月27日 (2000. 6. 27)

【手続補正1】

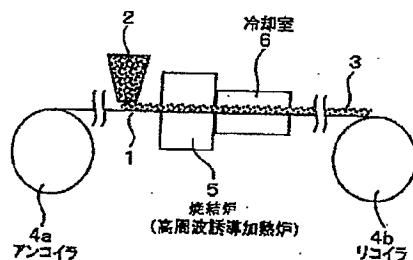
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 27 D 11/06

識別記号

F I

F 27 D 11/06

マークド (参考)

Z

(72) 発明者 都築 恒哉

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

(72) 発明者 小林 弘明

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

(72) 発明者 中野 靖久

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

Fターム(参考) 4K018 AA04 BA02 DA26 DA31 JA22
KA03
4K050 AA04 BA02 BA03 CD07 CG01
4K063 AA07 BA02 BA03 BA11 DA05
DA07 FA32 FA43